

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-055240
 (43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.CI.

G06F 3/03

(21)Application number : 08-229363
 (22)Date of filing : 12.08.1996

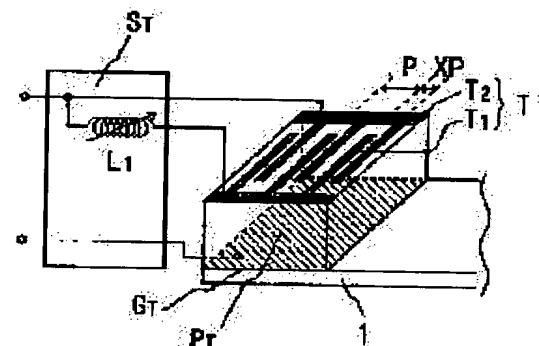
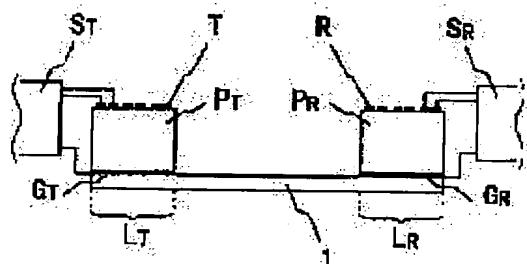
(71)Applicant : TODA KOJI
 (72)Inventor : TODA KOJI

(54) ULTRASONIC TOUCH PANEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To sense a touch without being affected by a light hand touch on the panel, the sticking of a small amount of foreign matter on the panel, etc.

SOLUTION: When electric signals ET1 and ET2 having a phase difference are inputted to between an electrode T1 and a ground electrode GT, and an electrode T2 and the ground electrode GT through a phase shifter ST, a unidirectional elastic wave is excited in a two-layered structure part LT. The elastic wave is propagated to a two-layered structure part LR through a glass plate 1 and outputted as electric signals ER1 and ER2 from between an electrode R1 and a ground electrode GR, and an electrode R2 and the ground electrode GR and passed through a phase shifter SR, so that they are detected as a single electric signal ER having no phase difference. When a touch on a glass plate 1 is made, the electric signal ER is ceased to exist or attenuated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-55240

(43)公開日 平成10年(1998)2月24日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 6 F 3/03

識別記号 340

F I
G 0 6 F 3/03

技術表示箇所

340

審査請求 未請求 請求項の数6 FD (全13頁)

(21)出願番号 特願平8-229363

(22)出願日 平成8年(1996)8月12日

(71)出願人 390017994

戸田 耕司

神奈川県横須賀市二葉1丁目49番18号

(72)発明者 戸田 耕司

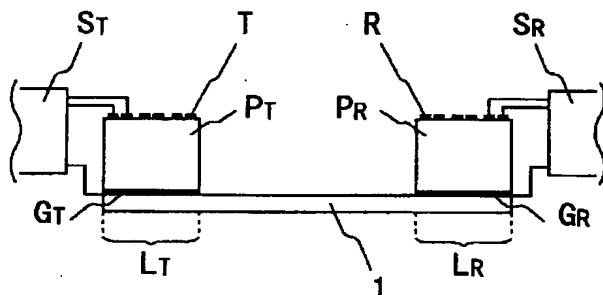
神奈川県横須賀市二葉1丁目49番18号

(54)【発明の名称】超音波タッチパネル

(57)【要約】

【課題】パネルへの軽い手つきやパネルへの少量の異物の付着などによる影響を受けずに、接触したことを感知すること。

【解決手段】電極T₁と接地電極G_Tとの間および電極T₂と接地電極G_Tとの間に位相差を有する電気信号E_{T1}およびE_{T2}を移相器S_Tを介して入力すると、一方向性を有する弾性波が2層構造部L_Tに励振される。その弾性波はガラス板1中を経て2層構造部L_Rに伝搬され、電極R₁と接地電極G_Rとの間および電極R₂と接地電極G_Rとの間から電気信号E_{R1}およびE_{R2}として出力され、移相器S_Rを介すことにより位相差が零の単一の電気信号E_Rとして検出される。ガラス板1上を接触すると、電気信号E_Rが消滅または減衰する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも1組のすだれ状電極 I_T を備えた圧電板 P_T と、少なくとも1組のすだれ状電極 I_R を備えた圧電板 P_R とを非圧電板の一方の板面に設けて成る超音波タッチパネルであって、

前記すだれ状電極 I_T は前記圧電板 P_T の一方の板面に設けられ、前記すだれ状電極 I_R は前記圧電板 P_R の一方の板面に設けられており、

前記圧電板 P_T は前記圧電板 P_T の前記一方の板面またはもう一方の板面を介して前記非圧電板に固着され、前記圧電板 P_R は前記圧電板 P_R の前記一方の板面またはもう一方の板面を介して前記非圧電板に固着されていて、

前記すだれ状電極 I_T は、前記すだれ状電極 I_T の電極周期長 p にはほぼ対応する周波数の電気信号を入力されることにより、前記圧電板 P_T と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_T に前記すだれ状電極 I_T の前記電極周期長 p とほぼ等しい波長を有する弾性波を励振し、該弾性波を前記非圧電板中に伝搬させ、

前記2層構造部 L_T に励振される前記弾性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波で、

前記2層構造部 L_T に励振される前記弾性波の位相速度は、前記弾性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、

前記すだれ状電極 I_R は、前記非圧電板中に伝搬した前記弾性波を前記圧電板 P_R と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_R に伝搬させ、前記2層構造部 L_R に伝搬された弾性波を前記すだれ状電極 I_R の電極周期長 p にはほぼ対応する周波数の電気信号に変換して出力し、

前記2層構造部 L_R に伝搬した前記弾性波の波長は前記すだれ状電極 I_R の前記電極周期長 p とほぼ等しく、前記2層構造部 L_R に伝搬した前記弾性波の位相速度は、前記弾性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、

前記各圧電板の厚さ d は前記各電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下であり、

前記非圧電板の厚さは前記各圧電板の厚さ d とほぼ等しいかまたはそれ以下であり、

前記非圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度は、前記各圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にあり、

前記非圧電板の前記一方の板面またはもう一方の板面に人指または物体が所定の値を越える圧力で接触したことを、前記すだれ状電極 I_R で出力される前記電気信号の大きさから検出する超音波タッチパネル。

【請求項2】1組のすだれ状電極 T および接地電極 G_T を備えた圧電板 P_T と、1組のすだれ状電極 R および接地電極 G_R を備えた圧電板 P_R と、非圧電板と、移相器 S_T と、移相器 S_R とを備えて成る超音波タッチパネルであ

って、

前記すだれ状電極 T は前記圧電板 P_T の一方の板面に設けられ、前記接地電極 G_T は前記圧電板 P_T のもう一方の板面に設けられており、

前記圧電板 P_T は前記接地電極 G_T を介して前記非圧電板の一方の板面に固着されていて、

前記すだれ状電極 R は前記圧電板 P_R の一方の板面に設けられ、前記接地電極 G_R は前記圧電板 P_R のもう一方の板面に設けられており、

前記圧電板 P_R は前記接地電極 G_R を介して前記非圧電板の前記一方の板面に固着されていて、

前記すだれ状電極 T は、電極 T_1 および T_2 から成り、前記電極 T_1 の電極指と前記電極 T_2 の電極指との間の距離には2種類あり、

前記電極 T_1 および T_2 の入力端は前記移相器 S_T に並列に接続され、

前記移相器 S_T は少なくともコイル L_1 を含み、

前記すだれ状電極 T および前記接地電極 G_T は、前記電極 T_1 と前記接地電極 G_T との間および前記電極 T_2 と前記接地電極 G_T との間に位相差 $2\pi y$ を有する電気信号 E_{T1} および E_{T2} を前記移相器 S_T を介して入力されることにより、前記圧電板 P_T と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_T に弾性波を励振し、該弾性波を前記非圧電板中に伝搬させ、

前記電気信号 E_{T1} および E_{T2} の周波数は前記すだれ状電極 T の電極周期長 p にはほぼ対応しており、

前記2層構造部 L_T に励振される前記弾性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波で、

前記2層構造部 L_T に励振される前記弾性波の波長は前記すだれ状電極 T の前記電極周期長 p とほぼ等しく、前記2層構造部 L_T に励振される前記弾性波の位相速度は、前記弾性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、

前記すだれ状電極 R は、電極 R_1 および R_2 から成り、前記電極 R_1 の電極指と前記電極 R_2 の電極指との間の距離には2種類あり、

前記電極 R_1 および R_2 の出力端は前記移相器 S_R に並列に接続され、

前記移相器 S_R は少なくともコイル L_2 を含み、

前記すだれ状電極 R および前記接地電極 G_R は、前記非圧電板中に伝搬されている弾性波を前記圧電板 P_R と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_R に伝搬させ、該2層構造部 L_R に伝搬した弾性波を位相差 $2\pi y$ を有する電気信号 E_{R1} および E_{R2} として前記電極 R_1 と前記接地電極 G_R との間および前記電極 R_2 と前記接地電極 G_R との間から出力し、

前記移相器 S_R は前記電気信号 E_{R1} および E_{R2} を同じ位相の電気信号 E_R に合成して出力し、

前記電気信号 E_{R1} および E_{R2} の周波数は前記すだれ状電

極Rの電極周期長pにはほぼ対応しており、前記2層構造部L_Rに伝搬した前記弾性波の波長は前記すだれ状電極I_Rの前記電極周期長pとほぼ等しく、前記2層構造部L_Rに伝搬した前記弾性波の位相速度は、前記弾性波の周波数fと前記圧電板の厚さdとの積f dが零の場合のS₀モードの弾性波の位相速度V_{f d=0}とほぼ等しく、前記各圧電板の厚さdは前記各電極周期長pとほぼ等しいかまたはそれ以下であり、前記非圧電板の厚さは前記各圧電板の厚さdとほぼ等しいかまたはそれ以下であり、前記非圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度は、前記各圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にあり、前記非圧電板の前記一方の板面またはもう一方の板面に人指または物体が所定の値を越える圧力で接触したことを、前記移相器S_Rで出力される前記電気信号E_Rの大きさから検出する超音波タッチパネル。

【請求項3】前記電極T₁の電極指と前記電極T₂の電極指との間の距離のうち短い方の距離x pにおいて、x < 1/2で、同時に、前記電気信号E_{T1}とE_{T2}との間の前記位相差2π yにおいて、x + y = ± 1/2が成り立ち、

前記電極R₁の電極指と前記電極R₂の電極指との間の距離のうち短い方の距離x pにおいて、x < 1/2で、同時に、前記電気信号E_{R1}とE_{R2}との間の前記位相差2π yにおいて、x + y = ± 1/2が成り立つ請求項2に記載の超音波タッチパネル。

【請求項4】前記各圧電板が圧電セラミックで成り、該圧電セラミックの分極軸の方向は該圧電セラミックの厚さ方向と平行である請求項1、2または3に記載の超音波タッチパネル。

【請求項5】前記各圧電板がPVDFその他の圧電性高分子化合物で成る請求項1、2または3に記載の超音波タッチパネル。

【請求項6】前記非圧電板がガラスで成る請求項1、2、3、4または5に記載の超音波タッチパネル。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明はすだれ状電極を備えた圧電板が非圧電板に固定されることにより、その非圧電板に人指または物体が所定の値を越える圧力で接触したことを検出する超音波タッチパネルに関する。

【従来の技術】従来のタッチパネルには抵抗膜を用いる方法と超音波を用いる方法が主に挙げられる。抵抗膜を用いる方法は透明導電性フィルム（抵抗膜）に接触することによりその透明導電性フィルムの抵抗値が変化することを利用したものであり、低消費電力であるものの応答時間、感度、耐久性等の点で問題を有している。また、パネルの大面積化が難しいという欠点を有する。超音波を用いる方法は予め弾性表面波を励振させておいた

非圧電板に接触することによりその弾性表面波が減衰するということを利用したものである。非圧電板に弾性表面波を励振する従来の方法としては、バルク波振動子を用いたくさび形トランスデューサにより間接的に励振する方法、圧電薄膜トランスデューサにより直接的に励振する方法等が挙げられる。くさび形トランスデューサは超音波による非破壊検査等に用いられているが、くさび角の工作精度の問題等から比較的低い周波数領域においてのみ用いられる。圧電薄膜トランスデューサはZnO等の圧電薄膜を基板に蒸着しすだれ状電極により弾性表面波を励振する方法で、すだれ状電極の構成により種々の伝送特性を示すことから高周波デバイスとして用いられるが、UHF、VHF帯に限られるとともに加工性や量産性に問題がある。このようにして、従来のタッチパネルでは応答時間、感度、耐久性、工作精度、加工性、量産性および使用しやすさ等の点で問題があり、使用周波数領域も制限されている。そこで、これらの問題点を解決する超音波タッチパネルが本願発明者により特願平4-218336等で出願された。この超音波タッチパネルは、圧電薄膜とすだれ状電極とから成る超音波デバイスを非圧電板の一方の板面に少なくとも2つ設けて成り、低消費電力で効率良く弾性表面波を非圧電板の板面に励振することができる。従って、非圧電板の一方の板面における弾性表面波の伝搬路に人指または物体が接触すれば弾性表面波が減衰または消滅することから人指または物体による接触が感知される。しかし、このような弾性表面波を用いる方法では、電磁ノイズの影響を受けにくことからパネルの大面積化が容易である等の長所を有するものの、パネルに接触する際の接触圧の大小に左右されることなく応答が起こることから、高感度である反面、誤動作しやすく使用しにくいという短所を有する。たとえば、ほんの軽くパネルに手を触れた程度では応答せずに入力ペンのペン先でパネルに接触したときのみ応答があるようなパネルの実現は難しい。また、パネルへの少量の異物の付着などによる影響を受け易い。さらに、この超音波タッチパネルではすだれ状電極の電極指に垂直な双方に向均等に超音波が励振されることから、少なくとも超音波エネルギーの半分を浪費していたことになるばかりでなく、圧電薄膜の厚さによっては不要信号を引き起こすもとなっていた。

【発明が解決しようとする課題】従来のタッチパネルでは応答時間、感度、耐久性、工作精度、加工性、量産性および使用しやすさ等の点で問題があるばかりでなく、超音波エネルギーの浪費や不要信号の発生等にも問題があった。本発明の目的は、加工性、耐久性および量産性に優れ、低消費電力駆動で応答時間が短く、パネルへの軽い手つきやパネルへの少量の異物の付着などによる影響を受けることのない使用しやすさに優れた超音波タッチパネルを提供することにある。

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の超音波

タッチパネルは、少なくとも1組のすだれ状電極 I_T を備えた圧電板 P_T と、少なくとも1組のすだれ状電極 I_R を備えた圧電板 P_R とを非圧電板の一方の板面に設けて成る超音波タッチパネルであって、前記すだれ状電極 I_T は前記圧電板 P_T の一方の板面に設けられ、前記すだれ状電極 I_R は前記圧電板 P_R の一方の板面に設けられており、前記圧電板 P_T は前記圧電板 P_T の前記一方の板面またはもう一方の板面を介して前記非圧電板に固着され、前記圧電板 P_R は前記圧電板 P_R の前記一方の板面またはもう一方の板面を介して前記非圧電板に固着されていて、前記すだれ状電極 I_T は、前記すだれ状電極 I_T の電極周期長 p にほぼ対応する周波数の電気信号を入力されることにより、前記圧電板 P_T と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_T に前記すだれ状電極 I_T の前記電極周期長 p とほぼ等しい波長を有する弹性波を励振し、該弹性波を前記非圧電板中に伝搬させ、前記2層構造部 L_T に励振される前記弹性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波で、前記2層構造部 L_T に励振される前記弹性波の位相速度は、前記弹性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弹性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、前記すだれ状電極 I_R は、前記非圧電板中に伝搬した前記弹性波を前記圧電板 P_R と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_R に伝搬させ、前記2層構造部 L_R に伝搬された弹性波を前記すだれ状電極 I_R の電極周期長 p にほぼ対応する周波数の電気信号に変換して出力し、前記2層構造部 L_R に伝搬した前記弹性波の波長は前記すだれ状電極 I_R の前記電極周期長 p とほぼ等しく、前記2層構造部 L_R に伝搬した前記弹性波の位相速度は、前記弹性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弹性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、前記各圧電板の厚さ d は前記各電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下であり、前記非圧電板の厚さは前記各圧電板の厚さ d とほぼ等しいかまたはそれ以下であり、前記非圧電板単体に伝搬する弹性波の位相速度は、前記各圧電板単体に伝搬する弹性波の位相速度の近傍にあり、前記非圧電板の前記一方の板面またはもう一方の板面に人指または物体が所定の値を越える圧力で接触したことを、前記すだれ状電極 I_R で出力される前記電気信号の大きさから検出する。請求項2に記載の超音波タッチパネルは、1組のすだれ状電極 T および接地電極 G_T を備えた圧電板 P_T と、1組のすだれ状電極 R および接地電極 G_R を備えた圧電板 P_R と、非圧電板と、移相器 S_T と、移相器 S_R とを備えて成る超音波タッチパネルであって、前記すだれ状電極 T は前記圧電板 P_T の一方の板面に設けられ、前記接地電極 G_T は前記圧電板 P_T のもう一方の板面に設けられており、前記圧電板 P_T は前記接地電極 G_T を介して前記非圧電板の一方の板面に固着されていて、前記すだれ状電極 R は前記圧電板 P_R の一方の板面に設けられ、前記接地電極 G_R は前記圧電板 P_R のもう一方の板面に設

けられており、前記圧電板 P_R は前記接地電極 G_R を介して前記非圧電板の前記一方の板面に固着されていて、前記すだれ状電極 T は、電極 T_1 および T_2 から成り、前記電極 T_1 の電極指と前記電極 T_2 の電極指との間の距離には2種類あり、前記電極 T_1 および T_2 の入力端は前記移相器 S_T に並列に接続され、前記移相器 S_T は少なくともコイル L_1 を含み、前記すだれ状電極 T および前記接地電極 G_T は、前記電極 T_1 と前記接地電極 G_T との間および前記電極 T_2 と前記接地電極 G_T との間に位相差 $2\pi y$ を有する電気信号 E_{T1} および E_{T2} を前記移相器 S_T を介して入力されることにより、前記圧電板 P_T と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_T に弹性波を励振し、該弹性波を前記非圧電板中に伝搬させ、前記電気信号 E_{T1} および E_{T2} の周波数は前記すだれ状電極 T の電極周期長 p にほぼ対応しており、前記2層構造部 L_T に励振される前記弹性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波で、前記2層構造部 L_T に励振される前記弹性波の波長は前記すだれ状電極 T の前記電極周期長 p とほぼ等しく、前記2層構造部 L_T に励振される前記弹性波の位相速度は、前記弹性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弹性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、前記すだれ状電極 R は、電極 R_1 および R_2 から成り、前記電極 R_1 の電極指と前記電極 R_2 の電極指との間の距離には2種類あり、前記電極 R_1 および R_2 の出力端は前記移相器 S_R に並列に接続され、前記移相器 S_R は少なくともコイル L_2 を含み、前記すだれ状電極 R および前記接地電極 G_R は、前記非圧電板中に伝搬されている弹性波を前記圧電板 P_R と前記非圧電板とから成る2層構造部 L_R に伝搬させ、該2層構造部 L_R に伝搬した弹性波を位相差 $2\pi y$ を有する電気信号 E_{R1} および E_{R2} として前記電極 R_1 と前記接地電極 G_R との間および前記電極 R_2 と前記接地電極 G_R との間から出力し、前記移相器 S_R は前記電気信号 E_{R1} および E_{R2} を同じ位相の電気信号 E_R に合成して出力し、前記電気信号 E_{R1} および E_{R2} の周波数は前記すだれ状電極 R の電極周期長 p にほぼ対応しており、前記2層構造部 L_R に伝搬した前記弹性波の波長は前記すだれ状電極 I_R の前記電極周期長 p とほぼ等しく、前記2層構造部 L_R に伝搬した前記弹性波の位相速度は、前記弹性波の周波数 f と前記圧電板の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弹性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しく、前記各圧電板の厚さ d は前記各電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下であり、前記非圧電板の厚さは前記各圧電板の厚さ d とほぼ等しいかまたはそれ以下であり、前記非圧電板単体に伝搬する弹性波の位相速度は、前記各圧電板単体に伝搬する弹性波の位相速度の近傍にあり、前記非圧電板の前記一方の板面またはもう一方の板面に人指または物体が所定の値を越える圧力で接触したことを、前記移相器 S_R で出力される前記電気信号 E_R の大きさから検出する。請求項3に記載の超音波タッチパネルは、前記電

極 T_1 の電極指と前記電極 T_2 の電極指との間の距離のうち短い方の距離 x_p において、 $x < 1/2$ で、同時に、前記電気信号 E_{T1} と E_{T2} との間の前記位相差 $2\pi y$ において、 $x+y=\pm 1/2$ が成り立ち、前記電極 R_1 の電極指と前記電極 R_2 の電極指との間の距離のうち短い方の距離 x_p において、 $x < 1/2$ で、同時に、前記電気信号 E_{R1} と E_{R2} との間の前記位相差 $2\pi y$ において、 $x+y=\pm 1/2$ が成り立つことを特徴とする。請求項4に記載の超音波タッチパネルは、前記各圧電板が圧電セラミックで成り、該圧電セラミックの分極軸の方向は該圧電セラミックの厚さ方向と平行である。請求項5に記載の超音波タッチパネルは、前記各圧電板がPVDFその他の圧電性高分子化合物で成る。請求項6に記載の超音波タッチパネルは、前記非圧電板がガラスで成る。

【発明の実施の形態】本発明の超音波タッチパネルの第1の構造は、少なくとも1組のすだれ状電極 I_T を備えた圧電板 P_T と、少なくとも1組のすだれ状電極 I_R を備えた圧電板 P_R とを非圧電板の一方の板面に設けたものである。このとき、すだれ状電極 I_T は圧電板 P_T の一方の板面に設けられている。圧電板 P_T はこのすだれ状電極 I_T が設けられた方の板面またはもう一方の板面を介して非圧電板に固着されている。すだれ状電極 I_R は圧電板 P_R の一方の板面に設けられている。圧電板 P_R はこのすだれ状電極 I_R が設けられた方の板面またはもう一方の板面を介して非圧電板に固着されている。すだれ状電極 I_T の電極周期長 p にはほぼ対応する周波数の電気信号をすだれ状電極 I_T に入力する構造を採用することにより、その電極周期長 p とほぼ等しい波長を有する弾性波を圧電板 P_T と非圧電板とから成る2層構造部 L_T に励振させ、2層構造部 L_T に励振された弾性波を非圧電板中に伝搬させることができる。このとき、2層構造部 L_T に励振される弾性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波（つまり A_0 モードを除く波）であって、この2層構造部 L_T に励振される弾性波の位相速度が、弾性波の周波数 f と圧電板 P_T の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しくなるような構造を採用することにより、すだれ状電極 I_T から加えられる電気的エネルギーが弾性波に変換される度合を大きくすることができるだけでなく、圧電板 P_T と非圧電板との界面での音響インピーダンスの不整合等によって生じる反射等を除去することができる。また、圧電板 P_T の厚さ d をすだれ状電極 I_T の電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下にし、非圧電板の厚さを圧電板 P_R の厚さ d と等しくするかまたはそれ以下にする構造を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、すだれ状電極 I_R から電気信号として出力させることができるとなり、弾性波が電気信号に変換される度合を増大させることができる。さらに、非圧電板として、非圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度が圧電板 P_R 単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にある物質、たとえばガラス等を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、すだれ状電極 I_R から電気信号として出力させることができる。本発明の超音波タッチパネルの第2の構造は、1組のすだれ状電極 T および接地電極 G_T を備えた圧電板 P_T と、1組のすだれ状電極 R および接地電極 G_R を備えた圧電板 P_R と、非圧電板と、移相器 S_T と、移相器 S_R とを備えてたものである。このとき、すだれ状電極 T は圧電板 P_T の一方の板面に設けられ、接地電極 G_T は圧電板 P_T のもう一方の板面に設けられている。圧電板 P_T は接地電極 G_T が設けられた方の板面を介して非圧電板に固着されている。すだれ状電極 R は圧電板 P_R のもう一方の板面に設けられ、接地電極 G_R は圧電板 P_R のもう一方の板面に設けられている。圧電板 P_R は接地電極 G_R が設けられた方の板面を介して非圧電板に固着されている。すだれ状電極 T は、電極 T_1 および T_2 から成り、電極 T_1 の電極指と電極 T_2 の電極指との間の距離には2種類ある。すだれ状電極 R は、電極 R_1 および R_2 から成り、電極 R_1 の電極指と電極 R_2 の電極指との間の距離には2種類ある。電極 T_1 および T_2 の入力端を移相器

P_T 単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にある物質、たとえばガラス等を採用することにより、2層構造部 L_T に効率よく弾性波を励振し非圧電板中に伝搬させることができるとなる。このようにして、低電圧で低消費電力駆動が可能となる。すだれ状電極 I_T および I_R を弾性波の送受波の指向軸が共通になるように互いに1対1に対成すような構造を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を圧電板 P_R と非圧電板とから成る2層構造部 L_R に伝搬させ、2層構造部 L_R に伝搬された弾性波をすだれ状電極 I_R から電気信号として出力させることができる。このとき、2層構造部 L_R に伝搬された弾性波の波長はすだれ状電極 I_R の電極周期長 p とほぼ等しい。この弾性波の位相速度が、弾性波の周波数 f と圧電板 P_R の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しくなるような構造を採用することにより、2層構造部 L_R に伝搬された弾性波がすだれ状電極 I_R において電気信号に変換される度合を大きくすることができるだけでなく、圧電板 P_R と非圧電板との界面での音響インピーダンスの不整合等によって生じる反射等を除去することができる。また、圧電板 P_R の厚さ d をすだれ状電極 I_R の電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下にし、非圧電板の厚さを圧電板 P_R の厚さ d と等しくするかまたはそれ以下にする構造を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、すだれ状電極 I_R から電気信号として出力させることができるとなり、弾性波が電気信号に変換される度合を増大させることができる。さらに、非圧電板として、非圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度が圧電板 P_R 単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にある物質、たとえばガラス等を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、すだれ状電極 I_R から電気信号として出力させることができる。本発明の超音波タッチパネルの第2の構造は、1組のすだれ状電極 T および接地電極 G_T を備えた圧電板 P_T と、1組のすだれ状電極 R および接地電極 G_R を備えた圧電板 P_R と、非圧電板と、移相器 S_T と、移相器 S_R とを備えてたものである。このとき、すだれ状電極 T は圧電板 P_T の一方の板面に設けられ、接地電極 G_T は圧電板 P_T のもう一方の板面に設けられている。圧電板 P_T は接地電極 G_T が設けられた方の板面を介して非圧電板に固着されている。すだれ状電極 R は圧電板 P_R のもう一方の板面に設けられ、接地電極 G_R は圧電板 P_R のもう一方の板面に設けられている。圧電板 P_R は接地電極 G_R が設けられた方の板面を介して非圧電板に固着されている。すだれ状電極 T は、電極 T_1 および T_2 から成り、電極 T_1 の電極指と電極 T_2 の電極指との間の距離には2種類ある。すだれ状電極 R は、電極 R_1 および R_2 から成り、電極 R_1 の電極指と電極 R_2 の電極指との間の距離には2種類ある。電極 T_1 および T_2 の入力端を移相器

S_T に並列に接続し、電極 T_1 と接地電極 G_T との間および電極 T_2 と接地電極 G_T との間に互いに位相の異なる電気信号 E_{T1} および E_{T2} を移相器 S_T を介して入力する構造を採用することにより、2層構造部 L_T に一方向性の弾性波を励振し、その弾性波を非圧電板中に伝搬させることができる。一方向性の弾性波の励振は、よりいっそうの低消費電力駆動を可能にする。移相器 S_T は少なくとも1つのコイル L_1 を含むことを必要とし、コイル L_1 は電極 T_1 または T_2 の入力端に接続されている。電気信号 E_{T1} および E_{T2} の位相差は $2\pi y$ で表わされ、電気信号 E_{T1} および E_{T2} の周波数はすだれ状電極 T の電極周期長 p にはほぼ対応している。ここで、電極 T_1 の電極指と電極 T_2 の電極指との間の距離のうち短い方の距離 x_p において、 $x < 1/2$ で、同時に、電気信号 E_{T1} と E_{T2} との間の位相差 $2\pi y$ において、 $x + y = \pm 1/2$ が成り立つ場合には2層構造部 L_T に一方向性の弾性波が励振される。たとえば、 x が $1/4$ のときには $y = 1/4$ または $y = -3/4$ となる。つまり、距離 x_p を $p/4$ とし、位相差 $2\pi y$ を $\pi/2$ (90°)または $-3\pi/2$ (-270°)とする電気信号 E_{T1} および E_{T2} を入力することにより、2層構造部 L_T に一方向性の弾性波を励振することが可能となる。2層構造部 L_T に励振される弾性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波であり、この弾性波の波長はすだれ状電極 T の電極周期長 p とほぼ等しい。また、2層構造部 L_T に励振される弾性波の位相速度が、弾性波の周波数 f と圧電板 P_T の厚さ d との積 fd が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しくなるような構造を採用することにより、すだれ状電極 T から加えられる電気的エネルギーが弾性波に変換される度合を大きくすることができるだけでなく、圧電板 P_T と非圧電板との界面での音響インピーダンスの不整合等によって生じる反射等を除去することができる。また、圧電板 P_T の厚さ d をすだれ状電極 I_T の電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下にし、非圧電板の厚さを圧電板 P_T の厚さ d と等しくするかまたはそれ以下にする構造を採用することにより、2層構造部 L_T に効率よく S_0 モードおよび1次以上の高次モードの弾性波を励振することが可能となる。つまり、すだれ状電極 T から加えられる電気的エネルギーが弾性波に変換される度合を増大させることができる。さらに、非圧電板として、非圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度が圧電板 P_T 単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にある物質を採用することにより、2層構造部 L_T に効率よく弾性波を励振し非圧電板中に伝搬させることができるとなる。電極 R_1 および R_2 の出力端を移相器 S_R に並列に接続する構造を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を2層構造部 L_R に伝搬させ、その2層構造部 L_R に伝搬した弾性波を位相差 $2\pi y$ を有する電気信号 E_{R1} および E_{R2} として電極 R_1 と接地電極 G_R との間および電極 R_2 と接地電極 G_R との

間から出力することができる。移相器 S_R は少なくとも1つのコイル L_2 を含み、コイル L_2 は電極 R_1 または R_2 の出力端に接続される。出力された電気信号 E_{R1} および E_{R2} は移相器 S_R によって同じ位相の電気信号 E_R に合成される。このとき、電気信号 E_{R1} および E_{R2} の周波数はすだれ状電極 R の電極周期長 p にはほぼ対応している。ここで、電極 R_1 の電極指と電極 R_2 の電極指との間の距離のうち短い方の距離 x_p において、 $x < 1/2$ で、しかも、電気信号 E_{R1} と E_{R2} との間の位相差 $2\pi y$ において、 $x + y = \pm 1/2$ の場合には、すだれ状電極 R および接地電極 G_R は2層構造部 L_R に伝搬している一方向性の弾性波のみを検出して電気信号 E_{R1} および E_{R2} として出力することを可能にする。たとえば、 x が $1/4$ のときには $y = 1/4$ または $y = -3/4$ となる。つまり、距離 x_p を $p/4$ とすれば、位相差 $2\pi y$ が $\pi/2$ (90°)または $-3\pi/2$ (-270°)である電気信号 E_{R1} および E_{R2} が電極 R_1 と接地電極 G_R との間および電極 R_2 と接地電極 G_R との間から出力される。また、2層構造部 L_R に伝搬した弾性波は S_0 モードおよび1次以上の高次モードの波である。この弾性波の波長がすだれ状電極 R の電極周期長 p とほぼ等しくなるように電極周期長 p を設定し、2層構造部 L_R に伝搬した弾性波の位相速度が、弾性波の周波数 f と圧電板 P_R の厚さ d との積 fd が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しくなるような構造を採用することにより、2層構造部 L_R に伝搬した弾性波が電気信号 E_{R1} および E_{R2} に変換される度合を大きくすることができるだけでなく、圧電板 P_R と非圧電板との界面での音響インピーダンスの不整合等によって生じる反射等を除去することができる。また、圧電板 P_R の厚さ d をすだれ状電極 R の電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下にし、非圧電板の厚さを圧電板 P_R の厚さ d と等しくするかまたはそれ以下にする構造を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、すだれ状電極 R から電気信号 E_{R1} および E_{R2} として出力させることができるとなり、弾性波が電気信号に変換される度合を増大させることができる。さらに、非圧電板として、非圧電板単体に伝搬する弾性波の位相速度が圧電板 P_R 単体に伝搬する弾性波の位相速度の近傍にある物質を採用することにより、非圧電板中に伝搬されている弾性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、すだれ状電極 R から電気信号 E_{R1} および E_{R2} として出力させることができるとなる。本発明の超音波タッチパネルでは、非圧電板上におけるすだれ状電極 I_T と I_R との間、またはすだれ状電極 T と R との間が人指または物体に所定の値を超える圧力で接触されると、弾性波の伝搬路が遮断されるので、弾性波が消滅または減衰する。従って、それに伴ってすだれ状電極 I_R に出力される電気信号または移相器 S_R に出力される電気信号 E_R の大きさも消滅または減衰する。つまり、すだれ状電極 I

Rに出力される電気信号または移相器{S_R}に出力される電気信号_{E_R}の大きさから非圧電板上に接触したかどうかを検出することが可能となる。この際、弹性波が非圧電板の表面付近ではなく内部を伝搬する波であることから、非圧電板の2つの板面のうちどちらの板面を接触することによっても弹性波が消滅または減衰するので、どちらの板面の使用も可能である。また、ほんの軽く手を触れた程度では弹性波は消滅または減衰しないことから、非圧電板上への軽い手つき等による誤動作を防ぐことができる。このようにして、本発明の超音波タッチパネルは非圧電板の両板面の使用が可能であるばかりでなく、非圧電板上への軽い手つきや少量の異物の付着などによる影響を受けることがなく、所定の値を越える圧力で接触したときにのみ応答があり、しかもその応答時間が短い。従って、入力ペンのペン先等で所定の値を越える圧力で非圧電板上に接触したときにのみ応答があるようなタッチパネルの実現が可能である。また、一方向性を有する弹性波の励振が可能なタイプの超音波タッチパネルでは、よりいっそうの低消費電力駆動が可能で、不要信号も少なく高感度である。本発明の超音波タッチパネルの第1および第2の構造において、圧電板_{P_T}として圧電セラミックを採用し、その圧電セラミックの分極軸の方向と厚さ方向とを平行にする構造を採用することにより、2層構造部_{L_T}に効率よく弹性波を励振し非圧電板中に伝搬させることができる。また、圧電板_{P_R}として圧電セラミックを採用し、その圧電セラミックの分極軸の方向と厚さ方向とを平行にする構造を採用することにより、非圧電板中に伝搬された弹性波を効率よく2層構造部_{L_R}に伝搬させることができる。本発明の超音波タッチパネルの第1および第2の構造において、圧電板_{P_T}としてPVDFその他の高分子圧電フィルムを採用することにより、2層構造部_{L_T}に効率よく弹性波を励振し非圧電板中に伝搬させることができる。また、圧電板_{P_R}としてPVDFその他の高分子圧電フィルムを採用することにより、非圧電板中に伝搬された弹性波を効率よく2層構造部_{L_R}に伝搬させることができる。

【実施例】図1は本発明の超音波タッチパネルの第1の実施例を示す断面図である。本実施例はすだれ状電極_T、_R、接地電極_{G_T}、_{G_R}、圧電磁器板_{P_T}、_{P_R}、移相器_{S_T}、_{S_R}およびガラス板1から成る。すだれ状電極_T、_R、接地電極_{G_T}および_{G_R}はアルミニウム薄膜で成る。圧電磁器板_{P_T}および_{P_R}はともに厚さ1.5mmのTDK製101A材(製品名)で成る。ガラス板1は厚さ0.15mmのガラスで成る。すだれ状電極_Tは圧電磁器板_{P_T}上に設けられ、すだれ状電極_Rは圧電磁器板_{P_R}上に設けられ、圧電磁器板_{P_T}および_{P_R}は厚さ約20μmのエポキシ系樹脂によってガラス板1上に固着されている。図2は図1の超音波タッチパネルの部分斜視図であり、図1の超音波タッチパネルの入力側部分を示すものである。入力側部分はすだれ状電極_T、接地電極

_{G_T}、圧電磁器板_{P_T}、移相器_{S_T}およびガラス板1を含む。出力側部分はすだれ状電極_R、接地電極_{G_R}、圧電磁器板_{P_R}、移相器_{S_R}およびガラス板1を含む。出力側部分も入力側部分と同様の構造を有し、すだれ状電極_R、接地電極_{G_R}、圧電磁器板_{P_R}および移相器_{S_R}はそれぞれすだれ状電極_T、接地電極_{G_T}、圧電磁器板_{P_T}および移相器_{S_T}に対応する。すだれ状電極_Tおよび_Rはともに10対の電極指を有する正規型のものであり、電極周期長_pは1.6mmである。すだれ状電極_Tは電極_{T_1}および_{T_2}から成る。すだれ状電極_Rは電極_{R_1}および_{R_2}から成り、電極_{R_1}および_{R_2}は電極_{T_1}および_{T_2}に対応している。電極_{T_1}の電極指と電極_{T_2}の電極指との間の距離には2種類あり、そのうち短い方の距離_{x p}は400μmである。同様にして、電極_{R_1}の電極指と電極_{R_2}の電極指との間の距離には2種類あり、そのうち短い方の距離_{x p}は400μmである。移相器_{S_T}はコイル_{L_1}を含み、移相器_{S_R}はコイル_{L_2}を含み、コイル_{L_2}はコイル_{L_1}に対応している。図1の超音波タッチパネルの駆動時、電極_{T_1}と接地電極_{G_T}との間および電極_{T_2}と接地電極_{G_T}との間に位相差が90°または-270°の電気信号_{E_{T1}}および_{E_{T2}}を移相器_{S_T}を介して入力すると、電気信号_{E_{T1}}および_{E_{T2}}の周波数のうちすだれ状電極_Tの示す中心周波数とその近傍の周波数の電気信号のみが一方向性を有する弹性波に変換されて圧電磁器板_{P_T}とガラス板1とから成る2層構造部_{L_T}を伝搬し、さらにその弹性波はガラス板1中に伝搬される。ガラス板1中に伝搬された弹性波は圧電磁器板_{P_R}とガラス板1とから成る2層構造部_{L_R}に伝搬され、その2層構造部_{L_R}に伝搬された弹性波のうちすだれ状電極_Rの示す中心周波数とその近傍の周波数の弹性波のみが位相差が90°または-270°の電気信号_{E_{R1}}および_{E_{R2}}に変換されて、電極_{R_1}と接地電極_{G_R}との間および電極_{R_2}と接地電極_{G_R}との間から出力される。出力された電気信号_{E_{R1}}および_{E_{R2}}は移相器_{S_R}を介すことにより位相差が零の单一の電気信号_{E_R}として検出される。つまり、移相器_{S_R}を介することにより2つの電気信号_{E_{R1}}および_{E_{R2}}が合成されて单一の電気信号_{E_R}となり強度が増大することから、超音波の検出感度が増大される。ガラス板1の2つの板面のうちどちらか一方を人指または物体によって所定の値を越える圧力で接触すると、すだれ状電極_Tと_Rとの間の弹性波の伝搬路が遮断されるので、弹性波が消滅または減衰する。従って、それに伴ってすだれ状電極_Rに出力される電気信号も消滅または減衰する。つまり、移相器_{S_R}から出力される電気信号_{E_R}も消滅または減衰する。このようにして、移相器_{S_R}から出力される電気信号_{E_R}の大きさからガラス板1上に接触したかどうかを検出することが可能となる。この際、弹性波がガラス板1の表面付近ではなく内部を伝搬する波であることから、ガラス板1の2つの板面のうちどちらの板面を接触することによっても弹性波

が消滅または減衰するので、どちらの板面の使用も可能である。また、ほんの軽く手を触れた程度では弾性波は消滅または減衰しないことから、ガラス板1上への軽い手付き等による誤動作を防ぐことができる。図3は本発明の超音波タッチパネルの第2の実施例を示す断面図である。本実施例はすだれ状電極I_T、I_R、圧電磁器板P_T、P_Rおよびガラス板1から成る。すだれ状電極I_TおよびI_Rはアルミニウム薄膜で成る。すだれ状電極I_Tは圧電磁器板P_T上に設けられ、圧電磁器板P_Tはそのすだれ状電極I_Tが設けられた方の板面を介して厚さ約20μmのエポキシ系樹脂によってガラス板1上に固着されている。すだれ状電極I_Rは圧電磁器板P_R上に設けられ、圧電磁器板P_Rはそのすだれ状電極I_Rが設けられた方の板面を介して厚さ約20μmのエポキシ系樹脂によってガラス板1上に固着されている。図4は図3の超音波タッチパネルの部分斜視図であり、図3の超音波タッチパネルの入力側部分を示すものである。入力側部分はすだれ状電極I_T、圧電磁器板P_Tおよびガラス板1を含む。出力側部分はすだれ状電極I_R、圧電磁器板P_Rおよびガラス板1を含む。出力側部分も入力側部分と同様の構造を有し、すだれ状電極I_Rおよび圧電磁器板P_Rはそれぞれすだれ状電極I_Tおよび圧電磁器板P_Tに対応する。すだれ状電極I_TおよびI_Rはともに10対の電極指を有する正規型のものであり、電極周期長pは1.6mmである。すだれ状電極I_Tから電気信号を入力するとその電気信号の周波数のうちすだれ状電極I_Tの示す中心周波数とその近傍の周波数の電気信号のみが弾性波に変換されて2層構造部L_Tを伝搬し、さらにその弾性波はガラス板1中に伝搬される。ガラス板1中に伝搬された弾性波は2層構造部L_Rに伝搬され、その2層構造部L_Rに伝搬された弾性波のうちすだれ状電極I_Rの示す中心周波数とその近傍の周波数の弾性波のみが電気信号に変換されてすだれ状電極I_Rから出力される。図3の超音波タッチパネルではすだれ状電極I_Tは圧電磁器板P_Tとガラス板1との界面に、すだれ状電極I_Rは圧電磁器板P_Rとガラス板1との界面に設けられた構造を有するが、すだれ状電極I_Tが圧電磁器板P_Tの空気側板面に、すだれ状電極I_Rが圧電磁器板P_Rの空気側板面に設けられた構造においても同様な効果が見られた。図1および図3の2つの超音波タッチパネルを比較した場合、図1の方がより低消費電力で低電圧駆動が可能であり、しかも感度がよい。図5は本発明の超音波タッチパネルの第3の実施例を示す断面図である。本実施例は図1の超音波タッチパネルのガラス板1がガラス板2に置き換わるとともに、圧電磁器板P_TおよびP_Rの厚さが1mmの場合のものである。ガラス板2は厚さ1mmのガラスで成る。圧電磁器板P_Tとガラス板2は2層構造部L_Tを形成し、圧電磁器板P_Rとガラス板2は2層構造部L_Rを形成する。図6は本発明の超音波タッチパネルの第4の実施例を示す断面図である。本実施例は図3の超音波タッチ

パネルのガラス板1がガラス板2に置き換わるとともに、圧電磁器板P_TおよびP_Rの厚さが1mmの場合のものである。圧電磁器板P_Tとガラス板2は2層構造部L_Tを形成し、圧電磁器板P_Rとガラス板2は2層構造部L_Rを形成する。図5の超音波タッチパネルではすだれ状電極I_Tは圧電磁器板P_Tとガラス板2との界面に、すだれ状電極I_Rは圧電磁器板P_Rとガラス板2との界面に設けられた構造を有するが、すだれ状電極I_Tが圧電磁器板P_Tの空気側板面に、すだれ状電極I_Rが圧電磁器板P_Rの空気側板面に設けられた構造においても同様な効果が見られた。図5および図6の2つの超音波タッチパネルを比較した場合、図5の方がより低消費電力で低電圧駆動が可能であり、しかも感度がよい。図7は図5の圧電磁器板P_T単体に伝搬する弾性波の位相速度を示す特性図であり、弾性波の周波数fと圧電磁器板P_Tの厚さdとの積(f d)に対する各モードの位相速度を示す図である。圧電磁器板P_T単体を伝搬する弾性波の横波の速度(vg-t)は2450m/sであり、縦波の速度(vg-1)は4390m/sである。圧電磁器板P_R単体を伝搬する弾性波の横波および縦波の速度についても同様な値を示す。図8は図5の2層構造部L_Tにおける圧電磁器板P_Tの異なる2つの電気的境界条件下での位相速度差から算出した電気機械結合係数k²とf d値との関係を示す特性図である。但し、図8では、ガラス板2が、ガラス板2単体を伝搬する弾性波の横波の速度が3091m/sで縦波の速度が5592m/sであるような材質で成る場合の特性図が示される。この横波速度3091m/sおよび縦波速度5592m/sという値は、圧電磁器板P_T単体の場合の横波速度2450m/sおよび縦波速度4390m/sそれぞれのほぼ1.3倍である。図8ではA₀モードのk²値のみが常に5%を下回っている。従って、A₀モードを除くモード、つまりS₀モードおよび1次(A₁およびS₁)以上の高次モードの弾性波が効率よく2層構造部L_Tに励振されることが分かる。また、すだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーは特にS₁モードの弾性波に最も効率よく変換され、高次モードになるにつれて変換されにくくなる傾向があることが分かる。同様にして、すだれ状電極Rにおいて弾性波が電気信号に変換される場合、S₀モードおよび1次以上の高次モードの弾性波が効率よく電気信号に変換されることが分かる。また、すだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーがS₁モードの弾性波に最も変換されやすいのはf d値が約1.9MHz·mmのときであり、このときk²値は最大値の約20%に達する。ここでのk²値は、弾性表面波用の圧電基板として実用域にあるLiNbO₃単結晶が5%程度の値であることを比較しても評価に値することが明らかである。図9は図5の2層構造部L_Tを伝搬する弾性波の速度分散曲線を示す特性図であり、f d値に対する各モードの位相速度を示す図である。但し、図9では、ガラス

板2が、図8と同様な材質で成る場合の特性図が示される。図9では $f d$ 値が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ は約4070m/sである。図9における○印は、すだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーが各モードの弾性波に最も効率よく変換される $f d$ 値(図8から算出した値、つまり k^2 値が最大値を示す $f d$ 値)を示す。○印における位相速度はほぼ $V_{fd=0}$ 値と等しいことが分かる。このようにして、2層構造部 L_T に励振される弾性波の位相速度と $V_{fd=0}$ 値とがほぼ一致するときの $f d$ 値が k^2 の最大値をもたらすことが分かる。同様にして、2層構造部 L_R に伝搬される弾性波の位相速度と $V_{fd=0}$ 値とがほぼ一致するときの $f d$ 値が k^2 の最大値をもたらすことが分かる。図10は図1の2層構造部 L_T を伝搬する弾性波の速度分散曲線を示す特性図であり、 $f d$ 値に対する各モードの位相速度を示す図である。但し、図10では、ガラス板1が、図8と同様な材質で成る場合の特性図が示される。 $V_{fd=0}$ 値は約3650m/sである。図10における○印はすだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーが各モードの弾性波に最も効率よく変換される $f d$ 値を示したものであり、圧電磁器板 P_T の異なる2つの電気的境界条件下での位相速度差から算出した k^2 値と $f d$ 値との関係に基づいて算出した値である。○印の付されたモードが図9に比べて少ないものの、○印における位相速度はほぼ $V_{fd=0}$ 値と等しいことが分かる。図11は図5の2層構造部 L_T を伝搬する弾性波の速度分散曲線を示す特性図であり、 $f d$ 値に対する各モードの位相速度を示す図である。但し、図11では、ガラス板2が、ガラス板2単体を伝搬する弾性波の横波の速度が2297m/sで縦波の速度が4155m/sであるような材質で成る場合の特性図が示される。 $V_{fd=0}$ 値は約3670m/sである。図11における○印はすだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーが各モードの弾性波に最も効率よく変換される $f d$ 値を示したものであり、圧電磁器板 P_T の異なる2つの電気的境界条件下での位相速度差から算出した k^2 値と $f d$ 値との関係に基づいて算出した値である。○印における位相速度はほぼ $V_{fd=0}$ 値と等しいことが分かる。図12は図1の2層構造部 L_T を伝搬する弾性波の速度分散曲線を示す特性図であり、 $f d$ 値に対する各モードの位相速度を示す図である。但し、図12では、ガラス板1が、図11と同様な材質で成る場合の特性図が示される。 $V_{fd=0}$ 値は約3600m/sである。図12における○印はすだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーが各モードの弾性波に最も効率よく変換される $f d$ 値を示したものであり、圧電磁器板 P_T の異なる2つの電気的境界条件下での位相速度差から算出した k^2 値と $f d$ 値との関係に基づいて算出した値である。○印の付されたモードが図11に比べて少ないものの、○印における位相速度はほぼ $V_{fd=0}$ 値と等しいことが分かる。図9~12より、 k^2 の最大値をもたらす $f d$ 値

に対する各モードの位相速度は、 $f d$ 値が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しいことが分かる。また、図1の2層構造部 L_T よりも図5の2層構造部 L_T の方が、すなわち、各ガラス板および各圧電磁器板の厚さがほぼ等しい場合の方が、すだれ状電極Tに加えられる電気的エネルギーが各モードの弾性波に効率よく変換される。同様にして、図1の2層構造部 L_R よりも図5の2層構造部 L_R の方が、弾性波がすだれ状電極Rにおいて電気信号に変換されやすい。さらに、各ガラス板単体に伝搬する弾性波の速度が各圧電磁器板単体に伝搬する弾性波の速度のほぼ0.9倍からほぼ1.3倍のときに、すなわち、各ガラス板単体に伝搬する弾性波の速度が各圧電磁器板単体に伝搬する弾性波の速度の近傍にあるときに、電気的エネルギーと弾性波との間の変換効率が増大する。

【発明の効果】本発明の超音波タッチパネルでは、圧電板 P_T と非圧電板とから成る2層構造部 L_T に S_0 モードおよび1次以上の高次モードの弾性波を励振させ、その弾性波を非圧電板中に伝搬させることができる。この弾性波の位相速度が、弾性波の周波数 f と圧電板 P_T の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しくなるような構造を採用することにより、すだれ状電極 I_T またはTから加えられる電気的エネルギーが弾性波に変換される度合を大きくすることができるだけでなく、圧電板 P_T と非圧電板との界面での音響インピーダンスの不整合等によって生じる反射等を除去することができる。本発明の超音波タッチパネルでは、非圧電板中に伝搬されている S_0 モードおよび1次以上の高次モードの弾性波を圧電板 P_R と非圧電板とから成る2層構造部 L_R に伝搬させ、2層構造部 L_R に伝搬された弾性波をすだれ状電極 I_R またはRから電気信号として出力させることができる。このとき、この弾性波の位相速度が、弾性波の周波数 f と圧電板 P_R の厚さ d との積 $f d$ が零の場合の S_0 モードの弾性波の位相速度 $V_{fd=0}$ とほぼ等しくなるような構造を採用することにより、非圧電板から2層構造部 L_R に伝搬した弾性波をすだれ状電極 I_R またはRにおいて電気信号に変換される度合を大きくすることができるだけでなく、圧電板 P_R と非圧電板との界面での音響インピーダンスの不整合等によって生じる反射等を除去することができる。電極指間の距離が2種類あるようなすだれ状電極Tを採用することにより、2層構造部 L_T に一方向性の弾性波を励振し、その弾性波を非圧電板中に伝搬させることができる。一方向性の弾性波の励振は、よりいっそその低消費電力駆動を可能にするばかりでなく、不要信号の発生を抑制する。また、電極指間の距離が2種類あるようなすだれ状電極Rを採用することにより、非圧電板に伝搬されている一方向性の弾性波をすだれ状電極Rから電気信号として出力することができ、超音波の発生源を特定の範囲に限定すること等が可能となる。各圧電板の厚さ

d を電極周期長 p とほぼ等しいかまたはそれ以下に設定するとともに、非圧電板の厚さを各圧電板の厚さ d と等しいかまたはそれ以下にする構造を採用することにより、すだれ状電極 I_T または T から加えられる電気的エネルギーが S_0 モードおよび1次以上の高次モードの弹性波に変換される度合を増大させることができる。また、非圧電板中に伝搬している S_0 モードおよび1次以上の高次モードの弹性波がすだれ状電極 I_R または R において電気信号に変換される度合を増大させることができる。非圧電板として、非圧電板単体に伝搬する弹性波の位相速度が各圧電板単体に伝搬する弹性波の位相速度の近傍にある物質を採用することにより、2層構造部 L_T に効率よく弹性波を励振し非圧電板中に伝搬させるとともに、非圧電板中に伝搬している弹性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、電気信号として出力させることを可能にする。各圧電板として圧電セラミックやPVD Fその他の高分子圧電フィルムを採用することにより、2層構造部 L_T に効率よく弹性波を励振し非圧電板中に伝搬させるとともに、非圧電板中に伝搬している弹性波を効率よく2層構造部 L_R に伝搬させた後、電気信号として出力させることを可能にする。圧電板として圧電セラミックを採用する場合には、その圧電セラミックの分極軸の方向と厚さ方向とを平行にする構造が採用される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超音波タッチパネルの第1の実施例を示す断面図。

【図2】図1の超音波タッチパネルの部分斜視図。

【図3】本発明の超音波タッチパネルの第2の実施例を示す断面図。

【図4】図3の超音波タッチパネルの部分斜視図。

【図5】本発明の超音波タッチパネルの第3の実施例を示す断面図。

【図6】本発明の超音波タッチパネルの第4の実施例を示す断面図。

【図7】図5の圧電磁器板 P_T 単体に伝搬する弹性波の位相速度を示す特性図。

【図8】図5の2層構造部 L_T における圧電磁器板 P_T の異なる2つの電気的境界条件下での位相速度差から算出した k^2 値と $f d$ 値との関係を示す特性図。

【図9】図5の2層構造部 L_T を伝搬する弹性波の速度分散曲線を示す特性図。

【図10】図1の2層構造部 L_T を伝搬する弹性波の速度分散曲線を示す特性図。

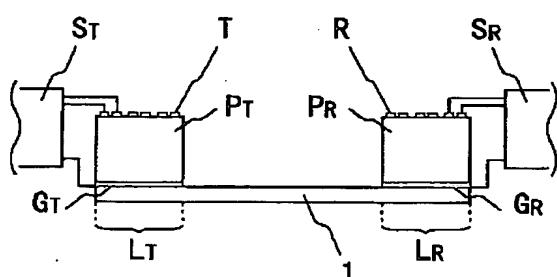
【図11】図5の2層構造部 L_T を伝搬する弹性波の速度分散曲線を示す特性図。

【図12】図1の2層構造部 L_T を伝搬する弹性波の速度分散曲線を示す特性図。

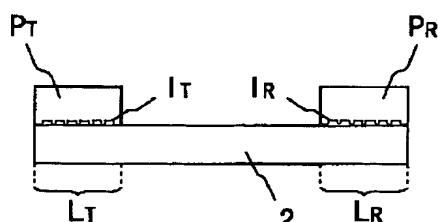
【符号の説明】

1, 2	ガラス板
T, R	すだれ状電極
I_T , I_R	すだれ状電極
G_T , G_R	接地電極
P_T , P_R	圧電磁器板
S_T , S_R	位相器
L_1 , L_2	コイル

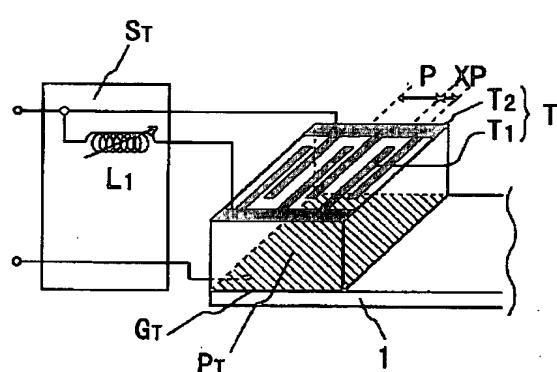
【図1】



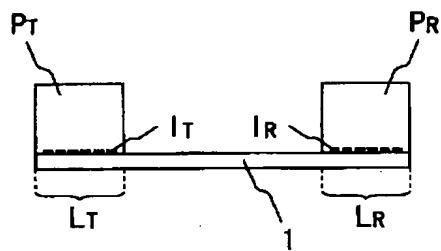
【図6】



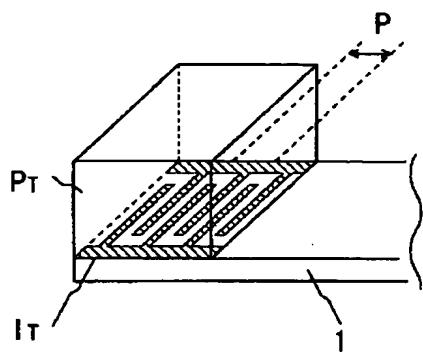
【図2】



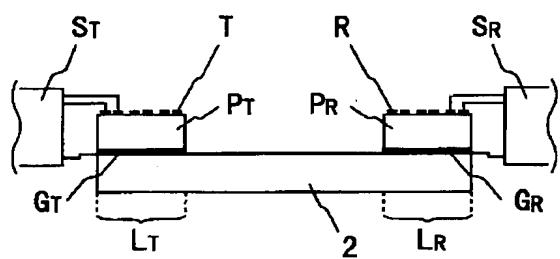
【図3】



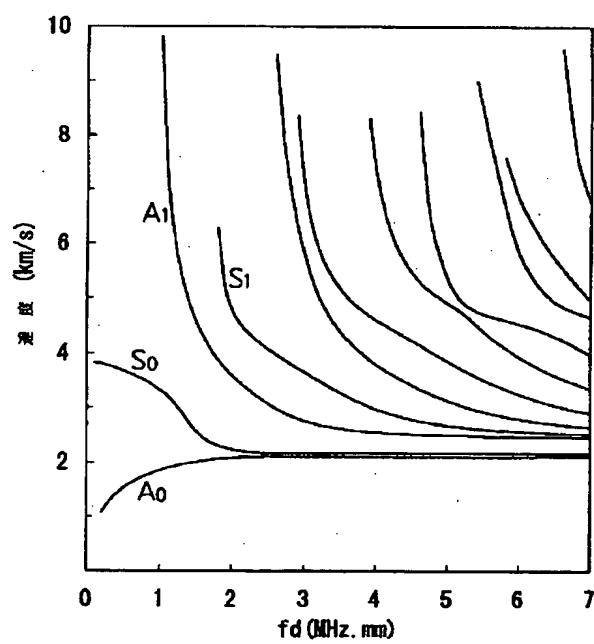
【図4】



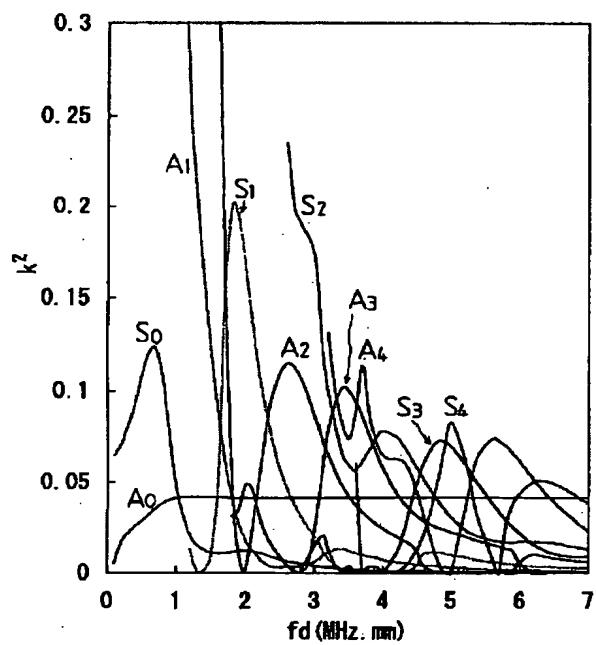
【図5】



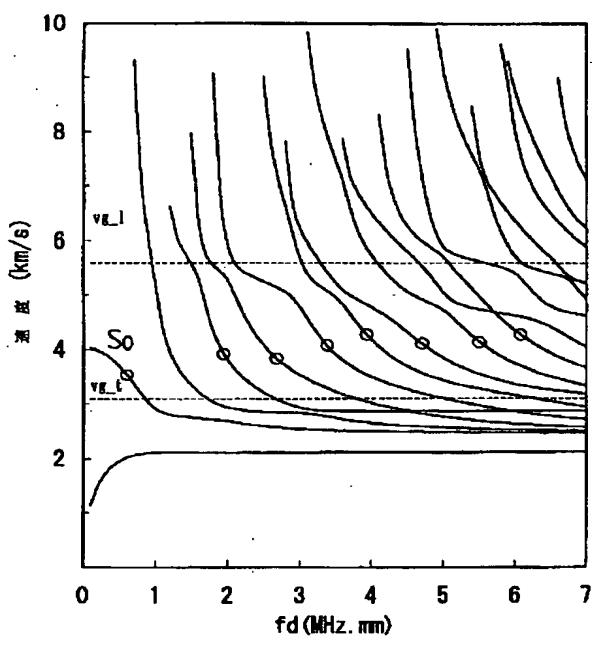
【図7】



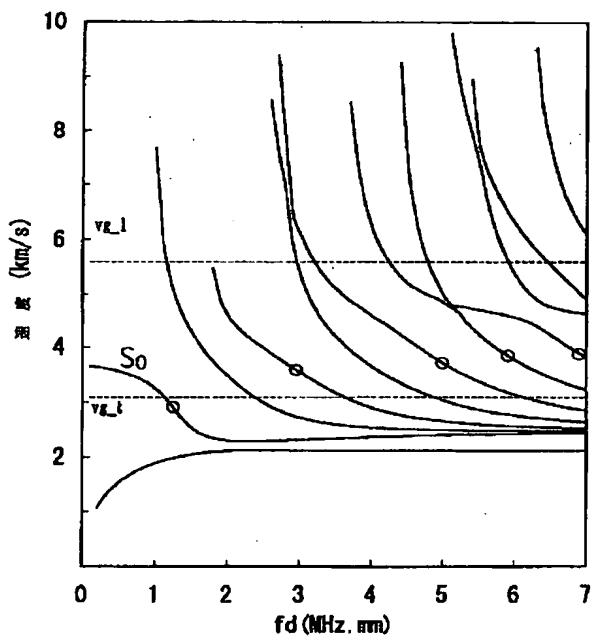
【図8】



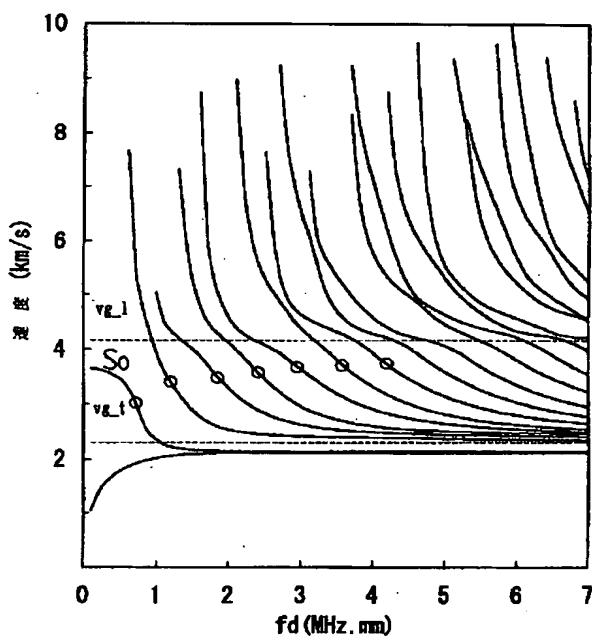
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

